

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ХАРКІВСЬКА НАЦІОНАЛЬНА АКАДЕМІЯ
МІСЬКОГО ГОСПОДАРСТВА

Т. С. АЙРАПЕТЯН

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
ДО ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ
З ДИСЦИПЛІНИ
«ОСОБЛИВОСТІ ВОДОПОСТАЧАННЯ І ВОДОВІДВЕДЕННЯ
ПРОМИСЛОВИХ ПІДПРИЄМСТВ»

*(для студентів 6 курсу заочної форми навчання
спеціальності 7.092601-«Водопостачання і водовідведення»)*

Харків – ХНАМГ – 2009

Методичні вказівки до виконання контрольної роботи з дисципліни «Особливості водопостачання і водовідведення різних промислових підприємств» (для студентів 6 курсу заочної форми навчання спеціальності 7.092601 – «Водопостачання і водовідведення») / Укл.: Айрапетян Т.С.- Х. - : ХНАМГ, 2009. - 28 с.

Укладач: Т.С. Айрапетян

Рецензент: проф. С.С. Душкін

Рекомендовано кафедрою водопостачання, водовідведення і очищення вод, протокол №1 від 30.08.2008 р.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1. ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ...	5
2. ЗАВДАННЯ ДЛЯ ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ.....	6
2.1 Теоретична частина.....	6
2.2 Розрахунково-графічна частина.....	9
3. ВКАЗІВКИ З РОЗРАХУНКУ ОБОРОТНОЇ СИСТЕМИ.....	10
3.1 Розрахунок споруд для очищення виробничих стічних вод.....	11
3.2 Розрахунок охолоджувачів.....	14
4. ПРИКЛАД РОЗРАХУНКУ ОБОРОТНОЇ СИСТЕМИ І СКЛАДАННЯ БАЛАНСОВОЇ СХЕМИ.....	16
4.1 Описання технологічної схеми.....	16
4.2 Розрахунок оборотної системи газоочистки доменного цеху.....	17
4.3 Розрахунок технологічного устаткування.....	21
СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ.....	23
ДОДАТОК 1.....	24
ДОДАТОК 2.....	25

ВСТУП

Предметом дисципліни є вивчення водного господарства різних промислових підприємств, і у першу чергу тих, які відносяться до категорії найбільш водоемких, а також отримання знань з теорії і практики створення оборотних і замкнених систем водопостачання, які дозволяють скоротити або повністю виключити скид стічних вод і забруднення водних об'єктів.

Вивчення дисципліни «Особливості водопостачання і водовідведення різних промислових підприємств» має своєю метою підготовку фахівця, який володітиме знаннями, пов'язаними з вирішенням питань сучасного промислового водопостачання, розробкою систем і технологічних схем промислового водопостачання, що забезпечуватимуть охорону водних джерел від виснаження та забруднення й завдають мінімальну екологічну шкоду навколишньому природному середовищу.

Методичні вказівки містять необхідний матеріал та завдання виконання контрольної роботи з дисципліни «Особливості водопостачання і водовідведення різних промислових підприємств».

1. ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

Перш ніж приступити до виконання контрольної роботи, студенту необхідно ознайомитися з програмою і списком літератури, яка рекомендується з курсу «Особливості водопостачання і водовідведення різних промислових підприємств» й старанно вивчити даний курс.

Метою виконання контрольної роботи є придбання студентами навиків з розрахунку систем виробничого водопостачання, що як за схемами, так і за складом споруд відрізняються від централізованих систем водопостачання населених місць.

У процесі виконання контрольної роботи студенти закріплюють теоретичні знання та оволодівають навичками роботи з довідковою літературою.

Об'єм роботи не регламентується, а визначається повнотою розкриття питань.

Контрольна робота складається з двох розділів:

- 1). теоретична частина;
- 2) розрахунково-графічна частина.

Завданням для виконання теоретичної частини є розкриття теоретичних питань з окремих розділів курсу, які вказані у таблиці варіантів. Номер варіанта відповідає останній цифрі шифру студента (див. додаток 2).

Під час виконання контрольної роботи студентам слід користуватися рекомендованою літературою, яку наведено нижче.

Завданням для виконання розрахунково-графічної частини є вивчення особливостей доменного виробництва, розрахунок оборотної системи та складання балансової схеми.

Структура КР повинна бути такою

- титульний лист – виконують за відповідною формою. На титульному листі повинні позначені прізвище студента, його шифр, прізвище викладача та назва дисципліни
- зміст
- вступ
- основна частина КР, яка складається з текстової частини (відповіді на теоретичні запитання) і розрахункової частини.
- список використаної літератури

2. ЗАВДАННЯ ДЛЯ ВИКОНАННЯ КОНТРОЛЬНОЇ РОБОТИ

2.1 Теоретична частина

1. Особливості систем водопостачання та водовідведення промислових підприємств (ПП) у порівнянні з системами водопостачання та водовідведення міст.
2. Категорії споживання води у виробництві.
3. Які вимоги ставляться до води для технічного водопостачання?
- 4 Від яких факторів залежить вибір схем водопостачання та водовідведення промислових підприємств?
- 5 Існуючі схеми виробничого водопостачання, їх характеристика.
- 6 Закриті й відкриті системи оборотного водопостачання. Назвіть безповоротні втрати води у відкритих системах оборотного водопостачання.
- 7 Поняття продувки та підживлення систем оборотного водопостачання.
- 8 Поняття коефіцієнта концентрування добре розчинних солей.
- 9 Визначення коефіцієнта концентрування на підставі водного й сольового балансів систем.
- 10 Визначення рівня солемісту оборотної води на підставі знання коефіцієнта концентрування і концентрації однієї з добре розчинних солей у підживлюючій воді.
- 11 Ускладнення в роботі діючих систем оборотного водопостачання та основні причини порушення водно-хімічного балансу систем. Вуглекислотна рівновага.
- 12 Класифікація систем охолодження.
- 13 У чому полягають переваги випаровувального охолодження у порівнянні з водяним.
- 14 Типи охолоджувачів.
- 15 Баштові й вентиляторні градирні.
- 16 Методи підготовки води на ТЕС.
- 17 Прямоточні й оборотні системи водопостачання ТЕС.

- 18 Основні вимоги до якості води охолоджуючих систем. Споживачі хімічно очищеної води.
- 19 Основні категорії стічних вод підприємств теплоенергетики.
- 20 Якісна й кількісна характеристика стічних вод хімводоочисток, методи їх очистки та використання.
- 21 Основні споживачі води на металургійних підприємствах.
- 22 Виробництво чавуну в доменних печах.
- 23 Як здійснюється очистка газів доменних печей?
- 24 Які види стічних вод утворюються у доменному виробництві?
- 25 Водопостачання сталеплавильного цеху. Вимоги до якості води.
- 26 Водопостачання прокатних цехів.
- 27 Виробництво сталі в кисневих конверторах і мартенівських печах.
- 28 Стани гарячої і холодної прокатки металу. Види стічних вод.
- 29 Споруди для повторного використання забруднених стічних вод в оборотних циклах.
- 30 Умовно чисті й «брудні» цикли систем оборотного водопостачання.
- 31 Гасіння коксу. Екологічні переваги сухого гасіння коксу над мокрим.
- 32 Види стічних вод коксохімічних виробництв. Характеристика токсинних та канцерогенних компонентів хімічного складу стічних вод
- 33 Фенольна каналізація. Очистка фенольних стічних вод.
- 34 Схема оборотного водопостачання гасіння коксу.
- 35 Виробництво хімічних речовин.
- 36 Використання води на машинобудівельних підприємствах.
- 37 Основні категорії стічних вод, що утворюються на машинобудівельних підприємствах.
- 38 Кількісна і якісна характеристика стічних вод відділень травлення металів і нанесення гальванічних покриттів.
- 39 Оцінка можливості створення замкненої системи оборотного водопостачання гальванічних виробництв.

Рекомендована література

1. Айрапетян Т.С. Конспект лекцій з дисципліни “Особливості водопостачання і водовідведення різних промислових підприємств”. - Х: ХНАМГ, 2007 – 70 с.
2. Аксенов В.И. Водное хозяйство промышленных предприятий: Спрв. Пособие – М.: Теплотехник, 2005. – 640с.
3. Иванов В.Г. Водоснабжение промышленных предприятий: Учеб. пособ. - СПб: Петербургский гос. ун-т путей сообщения, 2003. – 537с.
4. Водоотводящие системы промышленных предприятий: Учеб. для вузов/ С.В. Яковлев, И.Я. Карелин, Ю.М. Ласков, Ю.В. Воронов: Под ред. С.В. Яковлева. - М.: Стройиздат, 1990.
5. Особенности промышленного водоснабжения / С.М. Андоньев, В.М. Жильцов, Г.М. Левин и др./ Под ред. С.М. Андоньева. – 2-е изд., перераб. и доп. - К.: Будівельник, 1981. – 246 с.
6. Соколов Л.И. Ресурсосберегающие технологии в системах водного хозяйства промышленных предприятий.- М.: Изд-во АСВ, 1997.-256с.
7. Рациональное использование и защита водных ресурсов в черной металлургии / Красавцев Г.Н., Ильичев Ю.И., Кашуба А.И. - М.:Металлургия, 1989. – 288 с.
8. Григорук Н.О., Пушкарев Г.П. Водоснабжение, канализация и очистка сточных вод коксохимических предприятий. - М.:Металлургия, 1987.-120с.
9. Тепловые и атомные электрические станции / Л.С. Стерман, В.М. Лавыгин, С.Г. Тишин. – 2-е изд., перераб. - М.: Изд-во МЭИ, 2000. – 408 с.
10. Тепловые и атомные электрические станции: Спр-к / Под ред. В.А. Григорьева, В.М. Зорина. – 2-е изд., перераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 1989. – 608 с.
11. Стерман Л.С., Покровский В.Н. Физические и химические методы обработки воды на ТЭС. - М.: Энергоатомиздат, 1991. – 327 с.

2.2 Розрахунково-графічна частина

Виконати розрахунок оборотної системи газоочистки доменного цеху й скласти балансову схему виробничого водопостачання, де вказати середньогодинні витрати води, безповоротні втрати, витрату свіжої води, а також комплекс водопровідно-каналізаційних очисних споруд. Описати технологічну схему доменного виробництва і газоочистки доменних печей. Виконати розрахунок технологічного обладнання.

Вихідні дані для виконання завдання наведено в таблиці (дод. 3). Номер варіанта відповідає передостанній цифрі шифру студента.

Металургійні комбінати з повним циклом мають складне водне господарство, що включає понад 30 оборотних систем, оснащених могутніми насосними станціями, регулюючими місткостями, спорудами з охолодження і очищення води. Воно повинне безперебійно забезпечувати споживачів водою належної якості і у необхідній кількості, забезпечувати повне очищення виробничих стічних вод для їх повторного використання у виробництві з витяганням корисних відходів.

Найбільш крупними споживачами води, а отже і джерелами утворення значної кількості забруднених стічних вод (до 90% загальної кількості) на металургійних підприємствах, є газоочистки різних металургійних виробництв, а також стани гарячої прокатки листів. Очистка стічних вод на металургійних заводах вирішується самостійно для окремих виробництв.

Нижче приведені стислі рекомендації з виконання розрахунків та наведено приклад розрахунку оборотної системи газоочистки доменного цеху.

3. ВКАЗІВКИ З РОЗРАХУНКУ ОБОРОТНОЇ СИСТЕМИ

Витрати і втрати води в оборотних циклах водопостачання і необхідну витрату свіжої води, яку необхідно додавати, розраховують на основі заданої річної продуктивності цехів, тривалості їх роботи протягом року, а також норм водоспоживання. Розрахунки виконують для всіх основних циклів підприємства чи заводу.

Розрахункову витрату оборотної води в системі водопостачання кожного виробництва визначають за формулою (чистий цикл)

$$Q_p = \frac{n_e \cdot N \cdot K_{\text{год}}}{T} \text{ м}^3/\text{год}, \quad (3.1)$$

де n_e – норма водоспоживання (кількість води на одиницю продукції), $\text{м}^3/\text{т}$;

N – річна продуктивність заводу (цехи), $\text{т}/\text{год}$;

$K_{\text{год}}$ – коефіцієнт годинної нерівномірності;

T – кількість годин роботи виробництва за рік, год.

При розрахунку витрат оборотної води в газоочистках металургійних агрегатів слід враховувати, що норма водоспоживання для цих виробництв вимірюється в м^3 на 1000 м^3 газу, який виділився.

При виплавці 1 т металу виділяється така кількість газу:

доменного – 4000 м^3 ;

мартенівського – 5000 м^3 ;

конверторного - 400 м^3 (при роботі без допалювання CO);

- 1200 м^3 - 1600 м^3 (з допалюванням CO);

електросталеплавильного - 1500 м^3 .

Втраті води в оборотному циклі:

$$P = P_1 + P_2 + P_3, \quad (3.2)$$

де P_1 і P_2 – безповоротні втрати оборотної води при охолодженні на випаровування і винос вітром, %;

P_3 – величина продувки, %.

Втрати води в охолоджувачі залежать від типу охолоджувача, кліматичних умов, температур води на вході й виході з цеху і категорії водоспоживача.

Втрати води на випаровування в градирнях, % :

$$P_{\text{вип}} = 0,16 \times \Delta t, \quad (3.3)$$

де x – частка теплоти, що віддається охолоджуючою водою, за рахунок її випаровування в градирні (влітку 1,0, взимку – 0,5, весною і восени – 0,75)
 Δt – зниження температури в градирні.

Втрати води з краплинним винесенням вітром залежать від типу охолоджувача. Для вентиляторних градирень ці втрати складають 0,2-0,5 % від витрати оборотної води, для баштових градирень – 0,5-1%.

Позначимо кількість води, що знаходиться в обороті $Q_{\text{об}}$, м³/год, тоді

$$q_d = \frac{P_d \cdot Q_{\text{об}}}{100}; \quad q_1 = \frac{P_1 \cdot Q_{\text{об}}}{100}; \quad q_{\text{пр}} = \frac{P_3 \cdot Q_{\text{об}}}{100}. \quad (3.4)$$

3.1 Розрахунок споруд для очищення виробничих стічних вод

Використання очищених стічних вод в системах оборотного водопостачання є центральним питанням загальної проблеми переведення промислових підприємств на замкнений режим роботи без скиду стічних вод.

Необхідний ступінь очистки стічних вод визначається вимогами технології основного виробництва.

Горизонтальні відстійники

Площу зони осадження, м², приймають залежно від питомого гідравлічного навантаження:

$$F = \frac{Q}{q_{\text{уд}}}. \quad (3.5)$$

Довжина відстійника:

$$L = V_{\text{ср}} \cdot t, \quad (3.6)$$

де $V_{\text{ср}}$ - середня швидкість руху води, м/с. У проточній частині відстійника приймають рівною 5-10 мм/с;

t -час перебування води у відстійнику, с:

$$t = \frac{H}{U_0} \quad (23.7)$$

де H - глибина проточної частини відстійника, приймають 1,5-4 м (при відношенні довжини до глибини 8-20);

U_0 - гідравлічна крупність частинок зважених речовин у стічній воді, м/с.

Ширина відстійника, м

$$B = \frac{Q}{V_{cp} \cdot H}. \quad (3.8)$$

Ширину однієї секції приймають рівною 3-6 м, в окремих випадках – до 9м залежно від способу видалення осаду.

Радіальні відстійники

Найбільшого розповсюдження при очищенні стічних вод металургійних виробництв набули відстійники діаметром 30 м з камерою флокуляції конструкції НВО «Енергосталь». Камера флокуляції має діаметр 10м і розташована в центрі відстійника. Наявність камери флокуляції дозволяє збільшити гідравлічне навантаження в порівнянні із звичайними відстійниками.

Площа зони осадження радіальних відстійників, m^2 :

$$F = \frac{Q}{q_{y\partial}}. \quad (3.9)$$

Площа зони осадження одного відстійника, m^2 :

$$F_1 = \frac{\pi(D^2 - d^2)}{4}, \quad (3.10)$$

де D - діаметр відстійника, 30м;

d – діаметр камери флокуляції, 10м.

Число відстійників:

$$n = \frac{F}{F_1} \quad (3.11)$$

Відкриті гідроциклони і флокулятори

Відкриті гідроциклони доцільно застосовувати для освітлення порівняно невеликої кількості стічних вод, що володіють значною концентрацією суспензії і високими флокуляційними властивостями.

Питоме гідравлічне навантаження для відкритих гідроциклонів визначають за формулою

$$q = 3,6 \cdot U_0, \text{ м}^3 / (\text{м}^2 \cdot \text{год}), \quad (3.12)$$

де U_0 - гідравлічна крупність, мм/с.

Апарат працює як без коагуляції й флокуляції за допомогою реагентів, так і особливо ефективно за допомогою цих речовин.

Площа одного гідроциклона:

$$F = \frac{\pi \cdot d^2}{4}. \quad (3.13)$$

Продуктивність одного апарату, м³/год:

$$Q_1 = q \cdot F. \quad (3.14)$$

Кількість споруд:

$$n = \frac{Q}{Q_1}. \quad (3.15)$$

Порядок розрахунку флокуляторів наступний:

1) визначають витрату води на один апарат, м³/год:

$$Q_1 = q_{num} \cdot S_{\phi} \quad (3.16)$$

де q_{num} - питоме гідравлічне навантаження на один апарат, м³/год (приймається залежно від якості стічних вод і методу їх обробки);

S_{ϕ} - площа флокулятора, м², $S_{\phi} = 113 \text{ м}^2$.

2) визначають кількість апаратів, шт.

$$n = \frac{Q}{Q_1} \quad (3.17)$$

де Q - загальна витрата стічних вод, що поступають на очищення, м³/год.

Об'єм камери флокуляції, м²:

$$W_K = \frac{\pi}{4} (D_{\phi}^2 - D_K^2) \cdot H, \quad (3.18)$$

де D_{ϕ} - діаметр флокулятора, м ($D_{\phi}=12$ м);

D_K - діаметр камери, м ($D_K=10,6$ м);

H – висота флокулятора, м ($H=10$ м).

3) Об'єм зони відставання, м³:

$$W_{відст} = \frac{\pi \cdot D_K^2}{4} \cdot H. \quad (3.19)$$

3.2 Розрахунок охолоджувачів

Розрахунок градирень полягає у визначенні площі зрошувального пристрою і кількості градирень або їх секцій (якщо градирні секційні), які забезпечують охолодження заданої витрати води від температури на вході t_1 до температури на виході з градирні t_2 при заданих параметрах атмосферного повітря за сухим термометром θ , вологості повітря ϕ і температури за вологим термометром τ .

Параметри атмосферного повітря змінюються як протягом доби, так і в межах року. Розрахунок градирень проводять на найменш сприятливий літній період за середньодобовими температурами повітря за сухим і вологим термометрами за багаторічними спостереженнями при забезпеченості 1-10 %. Значення параметрів атмосферного повітря (температур θ і τ і вологості ϕ) для деяких міст наведено в таблиці 2.4 (дод.2).

Площу зрошування вентиляторів градирень зі зрошувачем бризкального типу або краплинним зрошувачем визначають за формулою

$$F_{зр} = \frac{Q \cdot (t_1 - t_2) \sqrt{t_1 - t_2} \cdot 10^3}{K (V_{\text{г}} \cdot \rho)^{0,625} \cdot (t_1 - \tau)^{1,95}}, \quad (3.20)$$

де Q – витрата охолоджуваної води, м³/год;

$t_1 - t_2$ - температура відповідно охолоджуваної і охолодженої води °С;

K – коефіцієнт, який залежить від типу зрошувача, температури повітря за вологим термометром, ширини зони охолодження і тиску води перед соплами, визначають за таблицею 2.3 (дод. 2);

$V_{\text{г}}$ - швидкість руху повітря через зрошувач, м/с;

ρ - щільність зовнішнього повітря залежно від його температури за сухим термометром і його відносною вологістю, кг/м³

τ - температура повітря за вологим термометром °С, приймають за таблицею 2.3 (дод. 2).

4. ПРИКЛАД РОЗРАХУНКУ ОБОРОТНОЇ СИСТЕМИ І СКЛАДАННЯ БАЛАНСОВОЇ СХЕМИ

4.1 Описання технологічної схеми

Доменний процес виплавки металу з руди полягає у спалюванні палива, відновленні металу і його розплавленні. Як паливо і відновник застосовують кокс. Доменну піч завантажують коксом і рудою. При подачі в неї повітря або кисню кокс згорає, а розплавлений метал (чавун) періодично виводиться з печі і розливається.

При доменному цеху у самостійний комплекс виділяють споруди очистки доменного газу та з обробки стічних вод, які утворюються при його очищенні. Під час плавки утворюється коло 4000 м³ газів на 1 т чавуна.

Доменний газ, що утворився від згорання коксу і руди, є в основному СО₂, який містить велику кількість пилу, постійно відводиться на пилегазоочисну установку для охолодження і уловлювання пилу. Пиловловлювання здійснюється безпосереднім контактом з оборотною охолодженою водою, що подається через зрошувальний пристрій всередину скрубера, в який в протитечії подається доменний газ. Скрубер являє собою порожнисту або насадочну колону діаметром до 5-6 м і висотою до 30-40 м. Продуктивність скрубера коливається в широкому інтервалі (від 30 до 100 тыс.м³/ч), тому пилегазоочистна установка складається з декількох скруберів, що працюють, як правило, паралельно.

У процесі газоочистки разом з вилученням водою пилу, доменний газ охолоджується до 55°C, а вода нагрівається. Деяка частина води випаровується і виноситься з очищеним газом (відповідно з вологовмістом при даній температурі). Решта (велика) частини води прямує через розподільну камеру в паралельно працюючі радіальні відстійники. Згущений у відстійниках шлам спеціальними насосами відкачується в шламонакопичувачі. Втрати оборотної води з вологістю шламу при цьому складають до 0,5% від кількості оборотної води. Прояснена вода насосами подається на вентилятори градирні, де і охолоджується до заданої температури.

У процесі охолодження газу в скрубєрі і води на градирнях частина води випаровується, тому концентрація солей, зокрема солей жорсткості, в оборотній воді збільшується. Для регулювання солевмісту в оборотній воді і підтримки на певному (безпечному) рівні проводиться продувка оборотного циклу, тобто скидання частини води з оборотної системи.

Кількість продувки розраховують виходячи з $K_{\text{вип}}$ встановлюваного експериментально з урахуванням солевмісту свіжої підживлюючої води. Усі втрати води (на випаровування, бризковинесення вітром, продувка) поповнюються добавкою в систему свіжої технічної води.

4.2 Розрахунок оборотної системи газоочистки доменного цеху

Вихідні дані для розрахунку

1	Річна продуктивність	$0,8 \cdot 10^6 \text{ м}^3$ доменного газу
2	Норма водоспоживання	$8 \text{ м}^3/1000 \text{ м}^3$ газу
3	Кількість годин роботи за рік	8760
4	Вологовміст доменного газу при $t = 55^\circ\text{C}$	120 г/м^3
5	Втрати води в процесі очищення у відстійниках (з шламом)	0,5%
6	Температура води перед градирнею	55°C
7	Температура води після градирні	35°C
8	Втрати води на градирне з бризками (бризговинесення вітром)	0,25%
9	Втрати води на градирне на випаровування	3%
10	Коефіцієнт випаровування оборотної системи $K_{\text{вип}}$	2,4
11	Продуктивність скрубєра по газу	$100000 \text{ нм}^3/\text{год}$
12	Діаметр радіального відстійника	24 м
13	Час перебування в приймальній розподільній камері	5 хвил.

Розрахункову витрата оборотної води в системі водопостачання доменного виробництва для чистого циклу визначають за формулою (2.1).

Годинна продуктивність по газу

$$Q_p = \frac{0,8 \cdot 10^6 \cdot 4000}{8760} = 365297 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Годинна витрата оборотної води

$$Q_p = \frac{365297 \cdot 8 \cdot 1,05}{1000} = 3068,5 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Втрати води з охолодженням газом

$$Q = 365297 \cdot 0,12 = 438335 \text{ кг/ч} = 43,8 \text{ м}^3/\text{год.}$$

У приймально-розподільну камеру і на радіальні відстійники надходить витрата води

$$Q = 3068,5 - 43,8 = 3024,7 \text{ м}^3/\text{год.}$$

Втрати води на очисних спорудах приймаються 0,5 % від розрахункової витрати оборотної води. Таким чином, втрати води зі шламом складуть

$$Q = \frac{3024,7 \cdot 0,5}{100} = 15 \text{ м}^3/\text{год.}$$

На градирню поступає вода з витратою

$$Q = 3024,7 - 15 = 3009,7 \text{ м}^3/\text{год}$$

Далі вибирають тип охолоджувача. Для першої категорії надійності водопостачання споживача, розташованого в районі м. Луганська, розрахункова температура повітря за вологим термометром $\tau = 18,8^\circ\text{C}$ (табл. 3 додатку 1) Необхідна різниця температури охолодженої води t_2 і τ складе $t_2 - \tau = 35 - 18,8 = 4,2^\circ\text{C}$. Таку різницю температур можуть забезпечити тільки вентиляторні градирні (табл.2 додатку 1).

При температурі повітря за сухим термометром $30,1^\circ\text{C}$ (табл. 3 додатку 1) коефіцієнт $K_{\text{вип}}$ (табл.1 додатку 1) дорівнює 0,0015.

Втрати води на випаровування на градирні:

$$Q_{\text{вип}} = 3024,7 \cdot (55 - 35) \cdot 0,0015 = 90,7 \text{ м}^3/\text{год}$$

Для вентиляторної градирні з водоуловлювачем втрати води на віднесення вітром P_2 приймаємо 0,2%.

Тоді втрати води на градирні через краплинне віднесення вітром., $\text{м}^3/\text{год}$ складуть

$$Q_{\text{кр.вин}} = \frac{3024,7 \cdot 0,2}{100} = 6 \text{ м}^3/\text{год}.$$

Кількість продувки визначають, виходячи із заданого коефіцієнта випаровування:

$$K_{\text{вип}} = \frac{Q_{\text{вип}} + Q_{\text{кр.вин}} + Q_{\text{прод}} + Q_{\text{проч}}}{Q_{\text{кр.вин}} + Q_{\text{прод}} + Q_{\text{проч}}}$$

де $Q_{\text{вип}}$, $Q_{\text{кр.вин}}$, $Q_{\text{пр}}$ – втрати відповідно на випаровування, через краплинне віднесення вітром, з продувкою та інші втрати води зі шламом на очисних спорудах та з інших причин, $\text{м}^3/\text{год}$.

Необхідна кількість продувки:

$$Q_{\text{прод}} = \frac{Q_{\text{вип}} + (Q_{\text{кр.вин}} + Q_{\text{інші}}) \cdot (1 - K_{\text{вип}})}{K_{\text{вип}} - 1},$$

$$Q_{\text{пр}} = \frac{(90,7 + 43,8) + (6 + 15) \cdot (1 - 2,4)}{(2,4 - 1)} = 75 \text{ м}^3/\text{год}.$$

При розрахунку слід враховувати втрати в технологічному процесі, тобто з доменним газом і шламом.

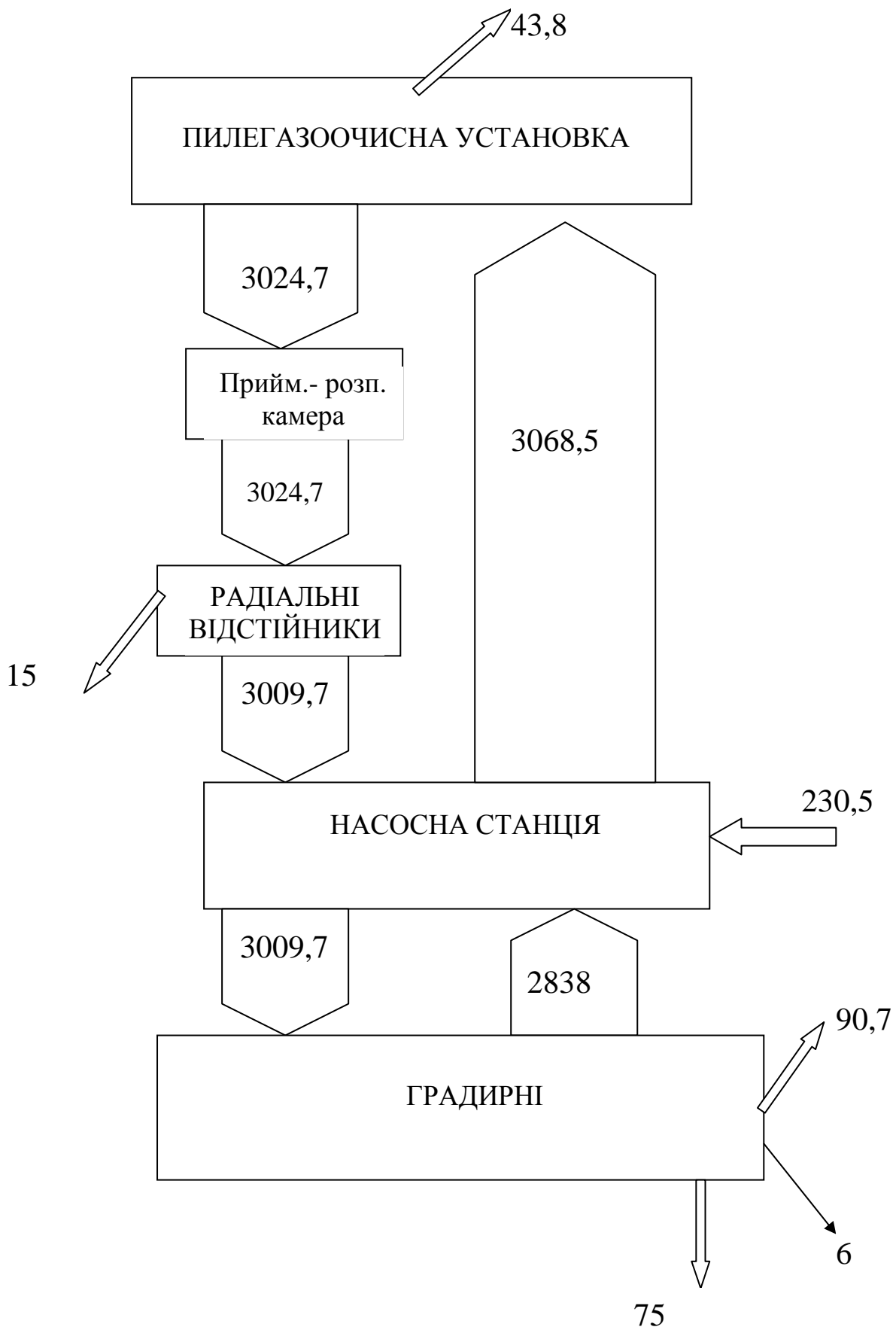
Сумарні втрати води при охолоджуванні доменного газу, очищенні оборотної води, її охолоджуванні й продувці

$$\sum Q = 90,7 + 43,8 + 15 + 6 + 75 = 230,5 \text{ м}^3/\text{год}$$

Відповідно щоб зберегти нормативну кількість води на пилегазоочистку, необхідно додати свіжої технічної води $230,5 \text{ м}^3/\text{год}$, яка подається насосами охолодженої води.

За результатами розрахунку складають балансову схему водоспоживання доменного цеху.

БАЛАНСОВА СХЕМА ВОДОСПОЖИВАННЯ



4.3 Розрахунок технологічного устаткування

Розрахунок кількості скрубєрів

$$N_{скр} = \frac{365296,8}{100000} = 3,6 \text{ скрубєрів.}$$

Приймаємо 4 скрубєри

Розрахунок радіальних відстійників

Площу зони осадження відстійників визначають, виходячи з питомого гідравлічного навантаження за формулою

$$F = \frac{Q}{q_{уд}} = \frac{30024,7}{3,2} = 945,2 \text{ м}^3/\text{год},$$

де Q – розрахункова витрата, м³/год;

$q_{уд}$ - питоме гідравлічне навантаження (3,2 м³/ м² · год - без коагуляції).

У проєкті закладається типовий радіальний відстійник діаметром 24 м.

Площа зони осадження одного відстійника

$$F_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} = \frac{3,14 \cdot 24^2}{4} = 452 \text{ м}^2.$$

Кількість відстійників:

$$N = \frac{945,2}{452} = 2 \text{ шт.}$$

Приймають 2 радіальних відстійники діаметром 24 м.

Розрахунок розміру приймально-розподільної камери

$$V = \frac{3024,7 \cdot 5}{60} = 252 \text{ м}^3.$$

При типовій глибині 5м площа дзеркала води

$$f = \frac{252}{5} = 50,4 \text{ м}^2.$$

Геометричні розміри камери можуть бути вибрані довільно, залежно від кількості відстійників і їх розташування.

Наприклад:

$\frac{50,4 \text{ м}^2}{4} = 12,6 \text{ м}^2$, тобто камера може бути 2-хсекційною з розміром кожної секції в плані $2 \times 3 \text{ м}$.

Розрахунок градирні для охолодження води

Розрахунок площі зрошування і кількості вентиляторних градирень виконують за графіками і таблицями, складеними за дослідно-виробничими даними й теоретичними залежностями.

Розрахунок вентиляторних градирень зі зрошувачем бризкального типу здійснюють за формулою (3.20)

$$F_{zp} = \frac{3009,7 \cdot 20 \cdot \sqrt{20} \cdot 10^3}{327 \cdot (2 \cdot 1,17)^{0,625} \cdot (55 - 18,8)^{1,95}} = 442 \text{ м}^2$$

Кількість градирень визначають за необхідною площею зрошування F_{op} та площею зрошування однієї типової градирні (секції F_1), рівної 144 м^2 .

$$N = \frac{F_{op}}{F_1} = \frac{442}{144} = 3 \text{ шт.}$$

Таким чином, за вихідними даними, результатами розрахунку балансу водоспоживання і водовідведення визначені технологічні втрати оборотної води – $230,5 \text{ м}^3/\text{год}$, що відповідає необхідній кількості підживлення свіжою водою; знайдено необхідну кількість радіальних відстійників – 2 шт., діаметром – 24 м, вентиляторних градирень (секцій) – 3 шт.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Кучеренко Д.И., Гладков В.А. Обратное водоснабжение (системы водяного охлаждения).- М.: Стройиздат,1980.
2. Вахлер Б.Л. Водоснабжение и водоотведение на металлургических предприятиях. Справочник.- М.: Металлургия, 1977.
3. Защита водоемов от загрязнения сточными водами предприятий черной металлургии / Г.М. Левин, Г.С. Пантелют, И.А. Ванштейн, Ю.М. Супрун. – М.: Металлургия 1978.-216с.
4. Укрупненные нормы водопотребления и водоотведения для различных отраслей промышленности. - М.: Стройиздат, 1977.
5. Канализация населенных мест и промышленных предприятий. Под ред. В.Н. Самохина. Изд 2-е. М.:Стройиздат, 1981.-639с.
6. СНиП 2.04.02-84. Водоснабжение. Наружные сети и сооружения.- М.:Стройиздат, 1985.
7. Пособие по проектированию градиен (к СНиП 2.04.02-84) / ВНИИ ВОДГЕО- М.: ЦИТП Госстроя СССР, 1989-190с.
8. Укрупненные нормы водопотребления и водоотведения для различных отраслей промышленности. - М.: Стройиздат, 1977
9. Абрамов Н.Н. Водоснабжение.-М.:Стройиздат, 1982
10. Особенности промышленного водоснабжения / С.М. Андоньев, В.М.Жильцов, Г.М.Левин и др./ Под ред. С.М. Андоньева. – 2-е изд., перераб. и доп. - К.: Будівельник, 1981. – 246 с.
11. Аксенов В.И. Водное хозяйство промышленных предприятий: Спрв. Пособие – М.: Теплотехник, 2005. – 640с.
12. Иванов В.Г. Водоснабжение промышленных предприятий: Уч. пособие. - СПб: Петербургский гос. ун-т путей сообщения, 2003. – 537с.

Таблиця 1.1 - Варіанти завдань для виконання теоретичної частини
(див. підрозділ 2.1)

Варіанти	Номери питань	Варіанти	Номери питань
1	2; 13; 21; 38	6	9; 11; 27; 35
2	5; 19; 26; 30	7	3; 14; 24; 33
3	6; 24; 29; 36	8	4; 16; 25; 37
4	8; 13; 22; 31	9	7; 18; 28; 34
5	9; 10; 23; 32	0	1; 20; 29; 39

Примітка: Номери питань для виконання теоретичної частини задаються викладачем або обираються за його вказівкою відповідно до останньої цифри номера залікової книжки.

Таблиця 1.2 - Вихідні дані для виконання розрахункової частини

Вихідні дані	Номери варіантів				
	1-5	6-10	11-15	16-20	21-25
Продуктивність цеха за рік, т	$1,4 \cdot 10^6$	$1,0 \cdot 10^6$	$1,2 \cdot 10^6$	$0,9 \cdot 10^6$	$1,1 \cdot 10^6$
Норма водоспоживання, м ³ на 1000 м ³ газу	10	8	5,7	6	10,3
Кількість годин роботи за рік, год.	8760	8472	8472	8472	8760
Коефіцієнт годинної нерівномірності	1,05	1,0	1,05	1,0	1,05
Влаговміст доменного газу при $t=55^\circ\text{C}$, г/м ³	120	120	120	120	120
Втрати води в процесі очистки, %	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Втрати води з бризговиносом на градирні, %	0,2	0,25	0,2	0,2	0,25
Температура нагрітої води, $t_1, ^\circ\text{C}$	42	45	50	48	45
Температура охолодженої води, $t_2, ^\circ\text{C}$	30	30	35	34	33
Коефіцієнт випаровування $K_{\text{вип}}$	2,2	3,0	1,4	2,0	2,5
Виробничість скрубера по газу, м ³ /год.	120 тис.	90 тис.	150 тис.	80 тис.	66 тис.
Апарат для очистки стічних вод	Флокулятор $d = 12$	радіальний відстійник $d = 24$	радіальний відстійник $d = 30$	радіальний відстійник $d = 24$	флокулятор $d = 12$

Таблиця 2.1 - Коефіцієнти K_{vit} для градирень.

Температура повітря за сухим термометром, °C	0	10	20	30	40
K_{vit}	0,001	0,0012	0,0014	0,0015	0,0016

Таблиця 2.2 - Рекомендовані області застосування охолоджувачів

<i>Охолоджувач</i>	Область застосування охолоджувача води		
	Питоме теплове навантаження тис ккал/м ² /год	Перепад температур води, °C	Різниця температури охолодженої води та температури атмосферного повітря за змоченим термометром, °C
Вентиляторні градирні	80-100 и вище	3-20	4-5
Баштові градирні	60-100	5-15	8-10
Бризкальні басейни	5-20	5-10	10-12
Водосховища-охолоджувачі	0,2-0,4	5-10	6-8
Радіаторні (сухі) градирні	-	5-10	25-30
Відкриті та бризкальні	7-15	5-10	10-12

Примітка: Показники в таблиці надані для води, що надходить на охолоджувач з температурою <40°C.

Таблиця 2.3 - Значення коефіцієнта К для вентиляторних градирень з
краплинним зрошувачем або зрошувачем бризкального типу

Напір води перед соплом, м	Температура повітря за вологим термометром, $t^{\circ}\text{C}$							
	15	16	17	18	19	20	21	22
$\Delta t = 5^{\circ}\text{C}$								
4,5	442/395	461/408	485/422	506/436	528/450	549/466	570/485	592/505
3,5	420/380	441/392	461/406	481/419	502/433	522/448	543/467	563/486
2	388/358	407/369	426/381	445/493	464/407	483/422	502/439	521/458
$\Delta t = 10^{\circ}\text{C}$								
4,5	404/367	423/374	442/386	461/398	480/410	499/425	518/441	537/458
3,5	384/347	403/338	421/379	438/394	457/410	475/410	493/425	511/442
2	355/325	372/355	389/347	504/358	422/371	439/386	456/399	473/418
$\Delta t = 15^{\circ}\text{C}$								
4,5	363/324	380/335	397/346	414/357	432/370	450/384	457/398	484/417
3,5	344/311	361/321	377/332	394/343	411/355	428/369	448/383	461/402
2	316/291	322/301	348/311	364/322	379/333	395/346	410/360	426/379
$\Delta t = 20^{\circ}\text{C}$								
4,5	317/283	334/293	351/305	368/317	386/330	404/343	421	348/370
3,5	298/258	315/275	331/287	348/299	365/312	382/327	398	415/358
2	270/245	286/256	302/268	318/280	333/293	349/397	364	380/338

Таблиця 2.4 - Параметри атмосферного повітря

Пункти спостереження	Забезпеченість параметрів атмосферного повітря, %								
	1			5			10		
		φ	τ		φ	τ		φ	τ
Астрахань	30,4	52	23,2	28,8	55	22,4	27,8	56	21,6
Горький	26,8	48	19,6	24,0	52	17,8	22,7	56	17,3
Іркутськ	22,0	63	17,6	20,5	68	16,9	19,7	71	16,5
Казань	26,8	43	18,7	24,6	51	18,2	23,4	55	17,8
Краснодар	28,0	55	21,6	26,5	57	20,6	25,5	59	20,1
Красноярськ	24,4	55	18,6	22,5	61	17,8	21,4	64	17,2
Ленінград	26,0	56	20,1	23,2	60	18,3	21,7	63	17,4
Луганськ	30,1	30	18,8	27,0	37	17,8	25,7	44	18,0
Москва	27,0	55	20,8	24,5	57	19,0	22,9	59	17,9
Новосибірськ	25,4	54	19,3	23,3	59	18,2	22,0	63	17,6
Омськ	27,4	44	19,4	24,1	50	17,6	22,5	55	17,0
Свердловськ	25,8	49	18,8	23,2	57	17,8	21,5	62	17,0
Ташкент	31,2	37	21,0	29,4	38	19,8	28,6	40	19,6
Тула	25,5	56	19,6	23,1	60	18,2	21,6	63	17,3
Уфа	27,6	44	19,5	25,3	48	18,3	23,8	53	17,8
Харків	28,5	38	19,2	26,4	45	18,8	24,9	52	18,6

Таблиця 2.5 - Типи вентиляторних градирень

Площа секції, м ²	Розмір однієї секції, м ²	Вид зрошувача	Висота зрошувача, м	Тип вентилятора	Подача повітря вентилятором	Номер проекту
16	4 × 4	плівковий	3,81	2ВГ-25	140	901-6-56
		краплинний	3,86		110	
		бризкальний	2,50		140	
16	4 × 4	плівковий	3,42	2ВГ-25	140	901-6-59
		краплинний	3,60		110	
		бризкальний	3,40		135	
24	4 × 6	бризкальний	1,76	3ВГ-25	180	901-6-67.83
64	8 × 8	плівковий	3,36	ИВГ-50	585	901-6-51
		краплинний	3,48		490	
		бризкальний	3,00		570	
64	8 × 8	плівковий	3,68	ИВГ-50	580	901-6-29
		краплинний	3,68		465	
		бризкальний	3,80		550	
144	12 × 12	плівковий	3,36	2ВГ-70	1290	901-6-48
192	12 × 16	бризкальний	2,00	2ВГ-70	1425	901-6-62
192	12 × 16	краплинний	3,67	2ВГ-70	1130	901-6-61
192	12 × 16	краплинний	3,80	2ВГ-70	1240	901-6-43
		бризкальний	3,60		1400	

НАВЧАЛЬНЕ ВИДАННЯ

Методичні вказівки до виконання контрольної роботи з дисципліни «Особливості водопостачання та водовідведення різних промислових підприємств» (для студентів 6 курсу заочної форми навчання спеціальності 7.092601 – «Водопостачання і водовідведення»)

Укладач: ТАМАРА СТЕПАНІВНА АЙРАПЕТЯН

Редактор: М.З. Аляб'єв

Верстка: І. В. Волосожарова

План 2009, поз. 131М

Підп. до друку 24.09.2009	Формат 60× 84 1/16	Папір офісний
Друк на ризографі.	Умовн.- друк. арк. 1,2	Обл.-друк. арк. 1,5
Зам. №	Тираж 50 прим.	

Сектор оперативної поліграфії ЦНІТ ХНАМГ
61002, Харків, вул. Революції,12

61002, Харків, ХНАМГ, вул. Революції,12